



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	流入水の有機物組成と脱窒の関係について
Author(s)	青柳, 弘; 大野, 信義; 三國, 直樹 他
Description	第10回衛生工学シンポジウム (平成14年10月31日 (木) -11月1日 (金) 北海道大学学術交流会館) . 1 水処理 . 1-2
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 10, 5-8
Issue Date	2002-10-31
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/7087
Type	departmental bulletin paper
File Information	10-1-2_p5-8.pdf



1-2 流入水の有機物組成と脱窒の関係について

青柳 弘 大野 信義 三國 直樹 ○濱田 敏裕 (札幌市下水道局)

1. はじめに

札幌市では栄養塩類除去を目的として、既存施設を利用したステップ流入式硝化脱窒運転を行っているが、脱窒に関しては供給される有機物が重要な因子の1つとなっている。そのため、処理場の機能を十分に発揮するには流入水質の違いに対応した運転操作が重要である。

現状では、流入下水中の有機物は BOD のような総量を示す指標で評価されているが、有機物には生物分解性に違いが存在する。溶解性成分で言えば、分子量の大小等によって分解速度が異なり、反応タンク流入直後に消費される有機物もあれば、処理場の滞留時間内では十分に分解されない有機物も存在する。

そこで、本報告では流入水の特徴を把握するために、市内3処理場を対象に生物分解性の観点による有機物の分類を行うとともに、有機物と脱窒との関係に焦点を当てて検討を行ったので、その結果を報告する。

2. 調査内容と実験方法

2.1 生物分解性の観点による流入水の分類と分析方法

本報告では IWA 活性汚泥モデルで用いられている生物分解性の観点による分類を参考に反応タンク流入水の分類を行った。分類・分析方法の一覧を図-1に示す。

全有機物量の測定は下水中有機物のほぼ全量を捕捉できる重クロム酸カリウム法により測定した。

有機酸(酢酸・酪酸・プロピオン酸, 以下; S_A) はイオンクロマトグラフィーを用いて測定した。

易分解性有機物 ($S_A + S_F$, 以下; S_s) は容易に分解される有機物で、従属栄養細菌に直接利用される。一定水温条件下で、反応タンク流入水と分解可能な有機物を除去するために24時間曝気した返送汚泥、硝化抑制のための ATU, 溶存酸素を飽和させた水道水を密閉容器に入れた後、酸素消費速度(以下; OUR)の経時変化を測定し、OURとベースラインに囲まれた面積を S_s に消費された酸素量とみなして S_s を推定した。(図-2)

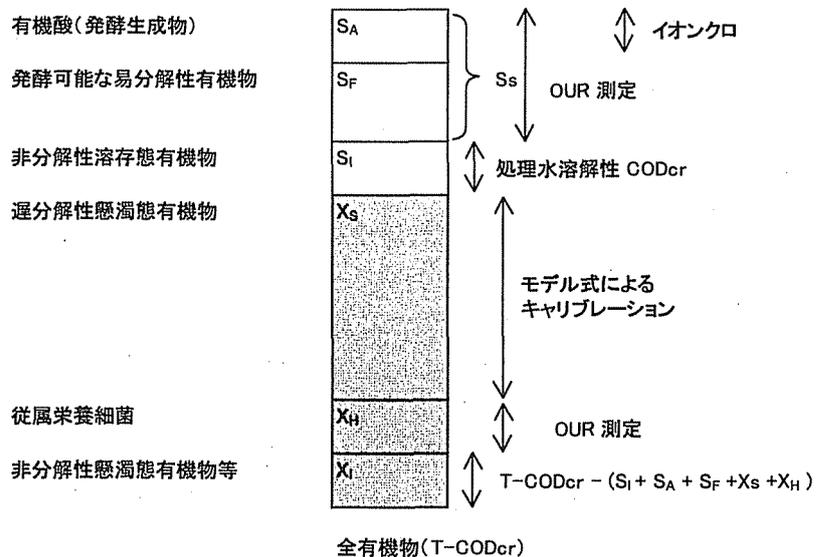


図-1 有機物の分類, 試験方法

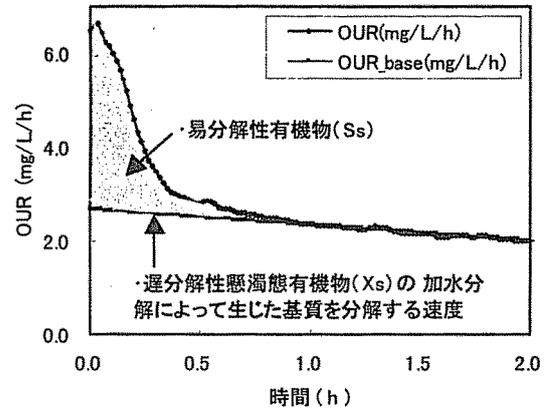
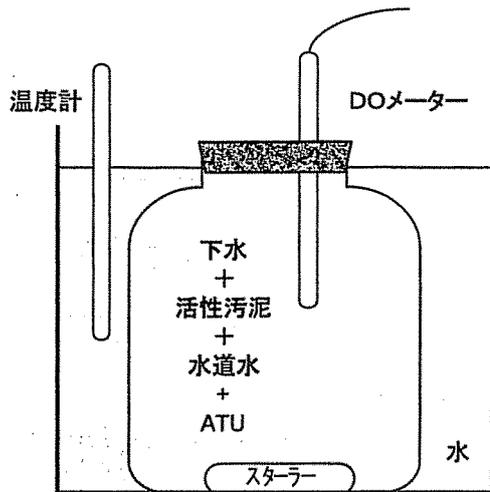


図-2 OUR測定装置の概略図とOURの経時変化パターン

非分解性溶存態有機物（以下； S_f ）は処理場内では分解されない有機物で，処理水溶解性 COD_{Cr} 値とした。

遅分解性懸濁態有機物（以下； X_s ）は遅い速度で分解される有機物で，加水分解後に従属栄養細菌（以下； X_H ）に利用される。生物増殖，内生呼吸，加水分解プロセスにおける DO ， S_s ， X_H ， X_s を含む連立方程式を解くことで求められるので， S_s 測定時の OUR 変化を再現するように X_s の値を変化させてシミュレーションすることで推定した。（図-3）

X_H は S_s 測定時と同様の装置を用いて，返送汚泥を混合せずに OUR を測定することで推定した。下水中に存在する少量の X_H が基質と酸素の制限を受けずに増殖することから推定することができる。

非分解性懸濁態有機物等（以下； X_f ）については，全有機物量から上述の S_s ， S_f ， X_s ， X_H を引くことにより求めた。

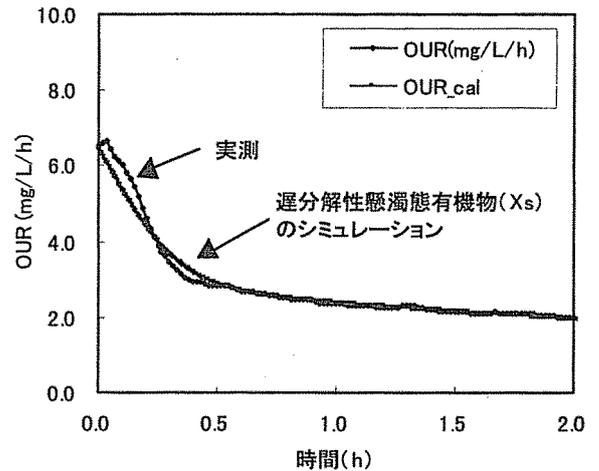


図-3 X_s のカーブフィッティング

2.2 脱窒速度回分試験

2 Lの容器に反応タンク流入水，硝酸性窒素を添加した返送汚泥を実運転に応じた割合で混合後，嫌気状態を保持しながら30分毎にサンプリングを行い， NO_x-N ， S_A 減少量をイオンクロマトグラフィーで測定した。また，脱窒速度と S_A との関係を明確にするために，上述の方法に酢酸を添加し，10分毎にサンプリングを行った試験を実施した。

3. 結果と考察

3.1 流入水有機物組成

市内創成川処理場，厚別処理場，新川処理場の反応タンク流入水を対象に，有機物の分類を行った結果を図-4に示す。

採水日時，天候等に違いがあるものの，各処理場とも生物分解性有機物中では X_S の占める割合が高い。

$S_S (S_A + S_F)$ については処理場間の差が2倍以上であった。ただし，全有機物量に占める割合は各処理場とも10%以下と少ない結果となった。

また， S_A についてはほとんどが酢酸で，その他はプロピオン酸がわずかに検出された程度であった。

一方， S_I については約 20 mgCOD/L とほぼ一定の値であり，放流水中に常にこの程度の濃度で存在していると推定される。

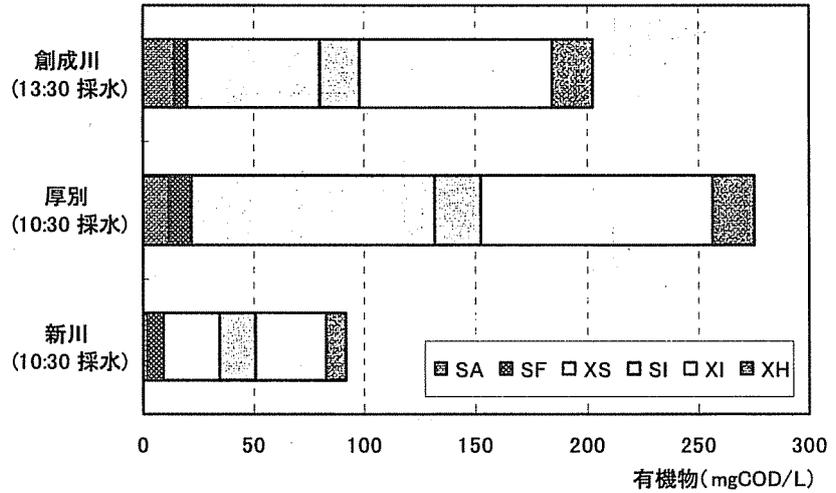


図-4 流入水の有機物組成

3.2 脱窒速度と S_S の関係

創成川処理場反応タンク流入水と返送汚泥を用い， S_S として酢酸を添加して実施した脱窒速度回分試験の結果を図-5に示す。

脱窒速度には2段階の速度があることがわかる。酢酸が残存する前半1時間の脱窒速度は速く，減少するにつれて速度が低下している。前半1時間に利用された有機物が全て酢酸であると仮定して COD/NO_x を計算すると5.2となり，この値は脱窒に伴う菌体合成を含めた場合の必要有機物量の理論値とほぼ一致する。

酢酸消費後の後半1時間については， X_S が脱窒に利用されるため， X_S の加水分解過程が律速となっている

ことが推定される。このことから，限られた滞留時間内で脱窒反応を速やかに終了させるためには，流入水中の S_S 量が重要な因子となることがわかる。

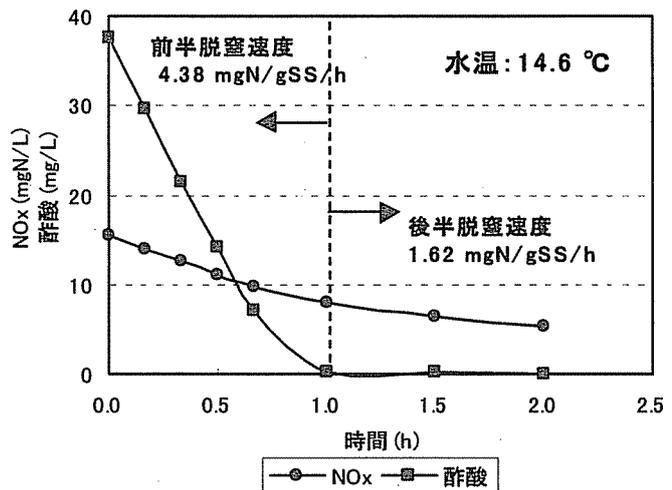


図-5 脱窒速度(酢酸添加)

3.3 処理場別脱窒速度と S_s

創成川処理場、厚別処理場、新川処理場の反応タンク流入水と返送汚泥を用いて脱窒速度と S_A 、 S_s を測定した。調査対象処理場の施設概要を表-1に、結果を図-6に示す。

表-1 処理場概要

	汚水処理		汚泥処理			備考
	処理能力 (千m ³ /日)	排除方式	脱水方式	焼却	返流水	
創成川	144.0	合流	薬注加圧脱水	-	濃縮, 脱水	
厚別	154.8	分流	薬注加圧脱水	-	濃縮, 脱水 コンポスト工場	汚水調整池
新川	238.0	合流 (一部分流)	発生汚泥を圧送		濃縮	

他処理場と比較して流入水中に S_s が多かった厚別処理場については、脱窒速度も速い結果となっている。当処理場については排除方式が分流式であり、また隣接する汚水調整池、コンポスト工場からの返流水の影響により流入基質に違いがあると予想される。

一方、脱窒速度が遅い結果となった新川処理場の排除方式は合流式（一部分流式）である。試験実施日早朝に若干降雨があったこともあり、 S_s 濃度が低く、 S_A についてはほとんど検出されていない。また、当日実施した反応タンク機能調査結果の窒素除去率も50%程度（理論除去率67%）であり、 S_s 不足が原因であるといえる。

創成川処理場については、前半脱窒速度は2.18 mgN/gSS/h であるが、図-5で示した酢酸添加脱窒速度4.38 mgN/gSS/hと比較すると、水温が高いにもかかわらず速度が遅い結果となった。生物反応である以上、水温条件は重要ではあるが、多少水温が低い時期においても S_s が十分存在すれば、脱窒反応が速やかに進行する結果となった。

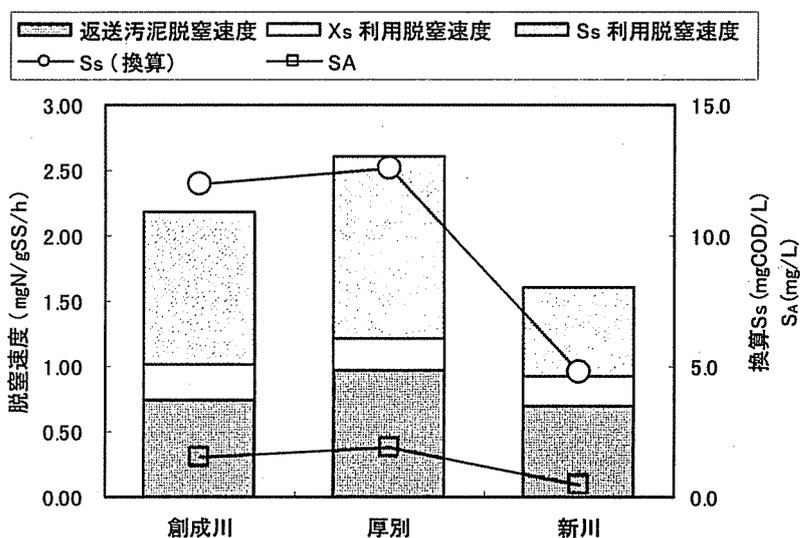


図-6 脱窒速度と易分解性有機物 (17°C)
(S_s については、流入水と汚泥の混合比を用いた換算値)

4. まとめ

- ①市内3処理場を対象に生物分解性の観点から反応タンク流入水を分類した。
 - ・各処理場とも生物分解性有機物の中では遅分解性懸濁態有機物の占める割合が大きい。
 - ・全有機物量中の易分解性有機物は処理場間で2倍以上の差がみられた。
- ②易分解性有機物として酢酸を添加して脱窒速度を測定した。
 - ・脱窒速度には2段階の速度があり、酢酸が残存している区間は速度が速い結果となった。
- ③処理場別に脱窒速度と易分解性有機物の関係について調査を行った。
 - ・流入水中に易分解性有機物が多く含まれるほど脱窒速度が速い結果となった。